砂防堰堤の健全度評価における物理探査の活用

福塚 康三郎、佐藤 敏明 （八千代エンジニヤリング株式会社）
内藤 好裕、池上 浩平、羽佐田 葉子（大和探査技術株式会社）

1. はじめに

我が国の砂防施設は明治時代以降整備され、砂防堰堤の数は60,000基以上に達する。これらの施設の中には、施工後30年～50年以上経過しているものが数多く現存する[1)]。土砂災害を防ぐ砂防施設は、安全・安心な社会を維持していく上で重要な役割を担っており、その働きを継続して発揮させる必要がある。砂防施設の長寿命化計画の策定、実施にあたっては、施設の維持、修繕、改築、更新に掛かるトータルコストを縮減し予算を平準化していくために予防保全型維持管理の導入が望ましいとされている[2)]。

特に、砂防堰堤のようなマスコンクリート構造物では、経年的に進行するコンクリートの劣化状況を評価し、適切な対策を行うことが求められる。堤体コンクリートの劣化状況を評価する手法としては、外観調査をもとに、ボーリング調査や各種材料試験等を行う方法が一般的であるが、ボーリング調査は堤体に及ぼす影響が大きいことやコストが高いこと、資機材搬入及び仮設の規模が大きいこと等の課題を有している。本研究では、比較的簡易かつ低コストで実施できる物理探査の活用例について報告する。

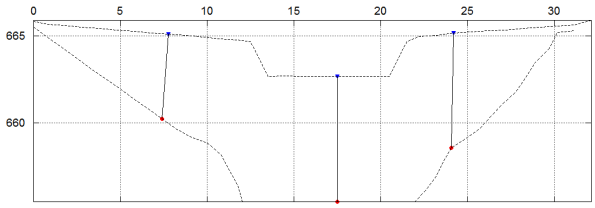

図-1　透過型弾性波探査の波線イメージ

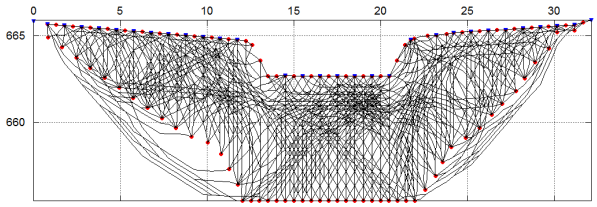

図-2　改良型弾性波探査の波線イメージ

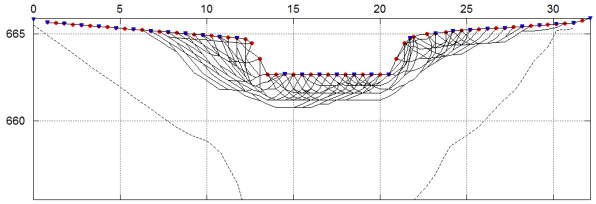

図-3　従来型の弾性波探査の波線イメージ

（●：発振点、▼：受振点）

状況を面的に把握することが可能な手法である（図-2、写真-2）。なお、従来型の弾性波探査は発振1測線＋受振1測線で実施するものであり、劣化状況を面的に把握することは難しい（図-3）。

2. 調査手法

2.1 透過型弾性波探査

任意の測線の弾性波速度を求めるものであり、最も簡易的な手法である（図-1）。堰堤の天端に受振点を設置し、堰堤下部から発振する（写真-1）。複数回実施することで任意の測線における平均的な弾性波速度を得ることが可能である。

2.2 改良型弾性波探査

堰堤の天端に受振点（1m間隔）を設置し、堰堤上部（天端）と堰堤下部（正面）を含む堰堤外周において発振するものであり、堰堤正面側の劣化

3. 調査結果

3.1 透過型弾性波探査

表-1に示す通り、箇所毎に平均値や最小値等を整理することが可能であるが、劣化箇所を面的及び定量的に評価することは困難である。

表-1　透過型弾性波探査結果の整理例

弾性波速度（km/s）						
箇所	測線数	平均値		最小値		標準偏差
右袖	2	1.328	1.197	1.221	1.093	0.151
水通し	3	1.106		1.058		0.057
左袖	3	1.157		0.999		0.145

写真-1　透過型弾性波探査の作業イメージ

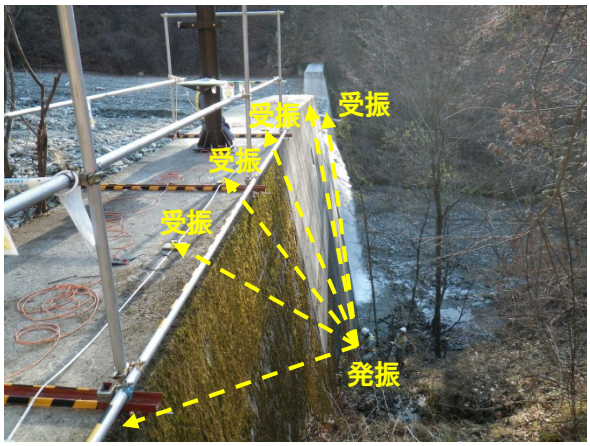

写真-2　改良型弾性波探査の作業イメージ

3.2 改良型弾性波探査

図-4[3]に示す通り、堰堤正面側の劣化状況を面的･定量的に評価することが可能である。弾性波を使用した探査では、構造物の変質が進み間隙が多く存在する場合やその間隙が浸透水により満たされる場合は弾性波速度が遅くなる傾向が得られる。反対に、間隙が少なく健全な構造物では弾性波速度が速くなるものと考えられる。

また、図-4[3]に示すように施工後の経過年数が多い砂防堰堤では、低速度のスポット的なエリアが多く出現することに対し、施工後の経過年数が少ない砂防堰堤では低速度のスポット的なエリアは出現しないことが明瞭である。

さらに、各砂防堰堤全体の弾性波速度(平均値･最小値)と施工後の経過年数の関係を比較すると、経過年数に比例して弾性波速度が低下していることも分かる。

これらのことから、改良型弾性波探査を用いた詳細調査により砂防堰堤正面側の劣化状況を経年的に評価することも可能と考えられる。

4. まとめ

①透過型弾性波探査は、任意の測線におけるスポット的な調査であるため、劣化状況を面的に把握することは困難である。このため、堰堤改築優先度の検討などを目的とした、スクリーニング的な概略調査に適用することが望ましい。

②改良型弾性波探査は、堰堤正面の劣化状況を面的･定量的に整理することが可能であるため、対策工の詳細調査に適用することが望ましい。

参考文献

1) 砂防フロンティア整備推進機構ホームページ：http://www.sff.or.jp/biz/1-4/
2) 国土交通省(2014)： 砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)
3) 中谷ほか(2014)： 弾性波探査(改良型)を用いた砂防堰堤コンクリートの構造変質の評価について,H26 砂防学会研究発表会講演要旨

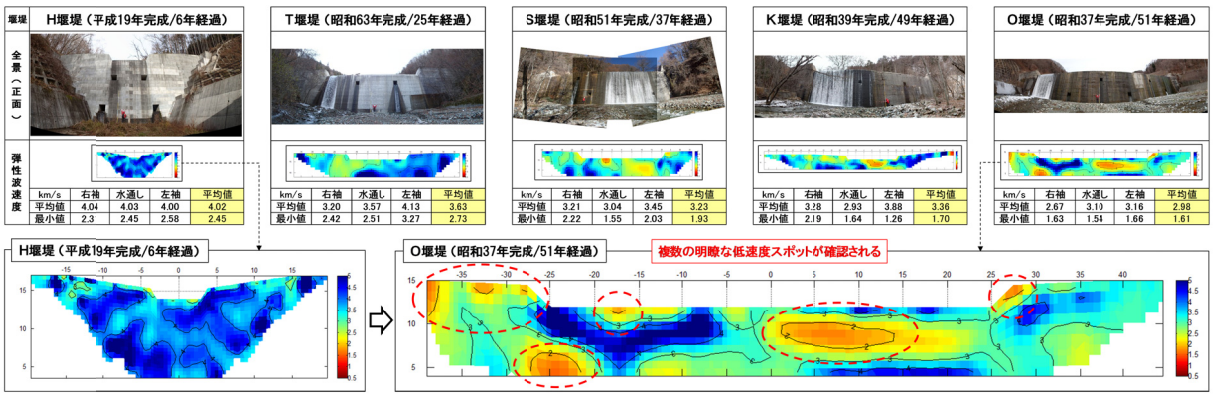

図-4　施工後の経過年数と弾性波速度との関係の例（※弾性波速度は 1m×1mメッシュの平均値）[3]